

**В.В. Волшаник**  
**А.А. Суздалева**

# **КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**



**В.В. Волшаник, А.А. Суздалева**

# **КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Рекомендовано Учебно-методической комиссией факультета гидротехнического и специального строительства Московского государственного строительного университета в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Гидротехническое строительство» (специализация «Эксплуатация и реконструкция водных объектов») направления подготовки дипломированных специалистов («Строительство»)



Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2008

УДК 624.15.04(075.8)

ББК 38.58я73

### Рецензенты

Заместитель генерального директора ГУП «Мосводосток»

*Р.Р. Зильберман;*

Заведующий кафедрой гидротехнических сооружений Московского государственного университета природообустройства, доктор техн. наук, профессор *И.С. Румянцев.*

### **Волшаник В.В., Суздалева А.А.**

Классификация городских водных объектов. Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 113 с.

ISBN 978-5-93093-584-4

Рассмотрены инженерно-экологические признаки классификации городских водных объектов, которые необходимо учитывать при разработке проектов реконструкции малых рек и прудов на урбанизированных территориях.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Гидротехническое строительство» (специализация «Эксплуатация и реконструкция водных объектов»), и может быть использовано студентами, обучающимися по специальностям «Инженерная защита окружающей среды» и «Комплексное использование и охрана водных ресурсов».

При подготовке пособия использованы материалы кафедр и лабораторий факультета гидротехнического и специального строительства Московского государственного строительного университета, лаборатории экологических исследований ООО «Альфамед 2000», лаборатории программ развития водного хозяйства города ГУП «МосводоканалНИИпроект», проектной группы ГУП «Мосводосток»; действующие нормативные материалы.

ISBN 978-5-93093-584-4

© Издательство АСВ, 2008

© В.В. Волшаник, А.А. Суздалева

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	6
<b>1. Классификация городских водных объектов по ретроспективным признакам</b> .....	10
1.1. Факторы происхождения водного объекта (генетические).....	10
1.2. Факторы особенностей истории развития водного объекта.....	10
1.3. Общие закономерности эволюции малых городских водных объектов и выбор историко-экологического прототипа для проектов их восстановления.....	12
<b>2. Классификация городских водных объектов по географическим признакам</b> .....	19
2.1. Общие положения.....	19
2.2. Признаки и характеристики водных объектов.....	20
2.3. Водотоки.....	21
2.4. Устьевые области рек, впадающих в море.....	23
2.5. Водоемы.....	24
2.6. Гидрологические факторы.....	27
2.7. Геологические (морфологические) факторы.....	27
2.8. Гидрогеологические факторы.....	27
<b>3. Классификация городских водных объектов по признакам качества</b> .....	28
3.1. Основные источники загрязнения воды.....	28
3.2. Гидрофизические, гидрохимические, трофические, гидробиологические, санитарно-бактериологические факторы.....	28
3.3. Взаимодействие воды с донными отложениями.....	30
3.4. Общая экологическая классификация качества поверхностных вод.....	31
3.5. Гигиеническая классификация водных объектов по степени загрязнения.....	44
3.6. Нормирование качества природных и сточных вод.....	44
3.7. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.....	49
<b>4. Классификация городских водных объектов по градостроительным и хозяйственным признакам</b> .....	58
4.1. Архитектурно-ландшафтные факторы.....	58
4.2. Исторические и историко-архитектурные факторы.....	59
4.3. Факторы хозяйственно-коммунального использования.....	59
4.4. Природоохранные факторы.....	61

4.5. Проблема оценки состояния городских водных объектов.....	61
4.6. Классификация рекреационной значимости водных объектов.....	63
4.7. Концептуальные проблемы реабилитации городских водных объектов.....	66
4.8. Унифицированная программа инженерно-экологического обустройства городских водных объектов.....	72
4.9. Муниципально-хозяйственная классификация.....	76
	84
<b>Заключение.....</b>	<b>85</b>
<b>Литература.....</b>	<b>89</b>
<b>Приложение 1. Нормативные дефиниции. Виды водных объектов..</b>	
<b>Приложение 2. Эксплуатация и виды действий над водными объектами.....</b>	<b>98</b> <b>100</b>
<b>Приложение 3. Виды ухудшения состояния водных объектов.....</b>	

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пристальное внимание, проявляемое сегодня к городским водным объектам во многих странах и городах мира, в том числе в России, предполагает подготовку в высших учебных заведениях достаточно большого числа высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми знаниями гидрологии, инженерной геологии и гидрогеологии, гидрохимии, инженерной экологии, гидротехники и многих других профилирующих дисциплин и умением их применять при разработке проектов строительства, реконструкции, воссоздания разнообразных водных объектов, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию. В этой деятельности важное значение имеет системный подход, при котором водный объект рассматривается с позиций разных наук; только при таком условии может быть обеспечена длительная эксплуатация водного объекта с соблюдением нормативных показателей качества воды и обеспечением рекреационных, ландшафтно-архитектурных, экологических и хозяйственных функций, выполняемых водным объектом.

Учебной литературы по эксплуатации и реконструкции городских водных объектов пока очень мало. Этот пробел в какой-то мере заполняет учебное пособие «Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городах», вышедшее в свет в издательстве АСВ в 2008 году. В этом издании обобщен проектный и производственный опыт, накопленный в деле сохранения городских водных объектов московскими организациями — ГУП «МосводоканалНИИпроект», ГУП «Мосводосток», ГУП «Мосинжпроект», Московским государственным строительным университетом и другими.

Однако одного учебного пособия для качественной организации учебного процесса недостаточно. Поэтому авторы предлагаемого вниманию преподавателей и студентов учебного пособия сделали попытку расширить рамки рассматриваемой проблемы и предлагают еще одно пособие, для написания которого использованы материалы уже упомянутого издания и некоторые собственные разработки и обобщения.

В написании текста пособия принимали участие: доктор технических наук, профессор В.В. Волшаник; кандидат технических наук А.А. Суздалева; все разделы пособия написаны авторами совместно.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензентам Р.Р. Зильберману, д.т.н. И.С. Румянцеву и редактору Г.М. Мубаракшиной за внимательное отношение к рукописи и ценные замечания, способствовавшие улучшению содержания пособия. Авторы признательны всем, кто уже высказал и кто выскажет свои замечания и предложения по поводу настоящего учебного пособия.

## ВВЕДЕНИЕ

В силу биологической, технической, транспортной, экономической и других потребностей люди всегда основывали свои поселения вблизи водного объекта. С появлением богатых землевладельцев стали образовываться искусственные водные объекты, создаваемые с ландшафтно-архитектурными, рекреационными и хозяйственными целями. Антропогенное воздействие на природные (естественные) и искусственные водные объекты было крайне незначительным, и качество воды в них отвечало всем возможным требованиям.

Начавшиеся в XIX веке и особенно интенсифицировавшиеся в XX веке процессы урбанизации внесли принципиальные изменения в условия существования водных объектов, оказавшихся на территориях городов и центров рекреации. В связи с высокой антропогенной нагрузкой резко ухудшилось качество воды в реках, прудах и озерах, расположенных на урбанизированных территориях. Процессы урбанизации; повышенная рекреационная нагрузка; интенсивное использование водных объектов как источников водоснабжения, включая промышленное, а часто и как мест водоотведения; накопление биогенных и органических веществ; сокращение или полное прекращение проточности; питание водой лишь в результате весеннего снеготаяния; сбор токсичных дождевых осадков и поверхностного стока — все эти факторы привели к сильному загрязнению городских и пригородных водных объектов и, как следствие, резкому снижению содержания в воде растворенного кислорода, в значительной степени определяющего самоочистительную способность водоема. В итоге мы имеем водные объекты с ярко выраженной трофикацией, ухудшенным санитарным состоянием, потерявшие свои эстетические функции. Появился неприятный запах, как правило, сероводорода, грязный цвет, вода стала источником инфекционных заболеваний. Горожане теряют места отдыха и купания, рыболовства; водоемы зацветают, нередки заморы рыб.

Проектирование инженерных, биологических и организационных мероприятий с целью получения экономических и эффективных решений должно учитывать все многочисленные и разнообразные признаки водных объектов, число которых не только велико само по себе, но которые по многим своим существенным признакам значительно отличаются от аналогичных природных объектов, не подавленных антропогенной средой и не несущих специфической нагрузки, свойственной только водным объектам крупных городов.

Водные объекты, естественные и искусственные, на урбанизированных и природных территориях, малые и большие, живущие собственной жизнью или хозяйственно используемые человеком, представляют собой сложнейшие образования, характеризующиеся множеством самых разнообразных свойств, и описываются с позиций самых различных наук. Современные глобальные экологические проблемы, особенно проявившиеся на состоянии мировой гидросферы, заставили собрать воедино многие харак-

теристики водных объектов и рассматривать их системно, имея в виду восстановление качества воды и поддержание его на уровне, достойном сегодняшнего уровня человеческих знаний.

Известны классификации городских водных объектов, затрагивающие те или иные их признаки, однако комплексной классификации, охватывающей все значащие признаки, по нашему мнению, пока не разработано. Вместе с тем практика показывает, что городские водные объекты являются настолько сложными и специфическими образованиями, что неучет хоть какого-то признака при разработке проекта их экологической реконструкции может привести к самым печальным последствиям.

Анализ известных классификаций городских водных объектов показал, что в последние годы были разработаны обусловленные практической необходимостью весьма интересные предложения, учитывающие расположение водного объекта на урбанизированной территории. Создавшаяся ситуация требует глубокого изучения всех значащих признаков, характеризующих водный объект, и оценки их возможного влияния на существо принимаемого технического решения. Однако системный анализ характеристик водных объектов невозможен без их предварительной структуризации и классификации в силу весьма большого количества и разнообразия этих характеристик.

В городах и рекреационных зонах Российской Федерации сосредоточены многие тысячи водных объектов, требующих очистки, ремонта и соответствующего последующего содержания. Многие из этих водных объектов в чем-то похожи друг на друга, и поэтому принимаемые по отношению к ним технические решения также могут быть похожи друг на друга и иметь черты типовых решений. В результате стоимость инженерных мероприятий может быть снижена, а технико-экономическая эффективность повышена.

Для принятия типовых технических решений индивидуальные характеристики водных объектов должны быть так или иначе типизованы; для этого их необходимо представить в виде определенной системы, которую можно назвать классификацией. В контексте настоящего пособия нас интересует не академическая классификация водных объектов, а инженерная с экологическим уклоном, которая могла бы быть практически использована при разработке, оценке и принятии технических и управленческих решений. Это учтено при изложении материалов настоящего пособия.

Такие объекты, все-таки сохраняя некоторые природные черты, тем не менее являются совершенно своеобразными образованиями, в значительной, а иногда и в подавляющей степени зависящими от сильнейшего антропогенного влияния и выполняющими весьма специфические функции. Эти обстоятельства и налагают на классификацию дополнительные требования, иногда весьма далекие от свойств водного объекта как природного образования.



Разрабатывая классификацию городских водных объектов по инженерно-экологическим признакам, мы имеем в виду следующие основные положения:

1. Городской водный объект имеет принципиальное отличие от природного водного объекта, заключающееся в том, что последний вправе иметь свой жизненный цикл (и в определенное время исчезнуть), а первый должен существовать всегда, пока существует сам город, в экологически благополучном состоянии.

2. Самоочистительной способности городского водного объекта, как правило, не будет достаточно для переработки поступающих отходов, так как их количество при любых нормативных и организационных ограничениях в условиях города будет очень большим. Поэтому необходимо создание инженерных и инженерно-биологических систем для искусственного поддержания качества воды.

Структуризация признаков классификации городских водных объектов представляется целесообразной в основном по отраслям наук, в пределах которых изучаются соответствующие характеристики. Исходя из этого, мы предлагаем следующие структурные группы признаков классификации:

1. Ретроспективные признаки.
2. Географические признаки.
3. Признаки качества воды.
4. Градостроительные признаки.

В каждую структурную группу предлагается включить следующие основные признаки классификации.

1. Ретроспективные признаки:
  - 1.1. По происхождению (генетические).
  - 1.2. По особенностям истории развития.
  - 1.3. По современному уровню трофии.
  - 1.4. По основным источникам загрязнения воды.

2. Географические признаки:
  - 2.1. Топографические.
  - 2.2. Гидрологические.
  - 2.3. Геологические (морфологические).
  - 2.4. Гидрогеологические.

3. Признаки качества воды:
  - 3.1. Гидрохимические.
  - 3.2. Санитарно-эпидемиологические.
  - 3.3. Биотические.

4. По взаимодействию с донными отложениями, характеризуемыми признаками:

- 3.4.1. Гранулометрическими.
- 3.4.2. Химического состава, в том числе токсикологическими.
- 3.4.3. Санитарно-эпидемиологическими.

4. Градостроительные и хозяйственные признаки:
  - 4.1. Ландшафтно-архитектурные.

- 4.2. Исторические и историко-архитектурные.
- 4.3. Хозяйственно-коммунального использования.
- 4.4. Природоохранные.
- 4.5. Экологические.

Создание инженерных систем искусственного поддержания качества воды в городских водных объектах потребует дополнительной информации о водных объектах и их береговой зоне, необходимой при принятии решений о технологии очистки дна, о размещении инженерных конструкций и коммуникаций, о режиме эксплуатации и т.п. Учет этих обстоятельств, могущих потребовать введения дополнительных признаков классификации городских водных объектов, не включен в состав пособия.

Необходимо отметить, что настоящая работа посвящена водным объектам на урбанизированных территориях — городских (в несколько более широком смысле — населенных пунктов) и рекреационных (как правило, парковых, а точнее усадебных) зон. Здесь не рассмотрены крупные водные объекты, на берегах которых расположены города, океаны, моря, крупные озера, водохранилища и реки, санация которых должна предусматривать применение не только инженерных мер, но также государственных, международных и других мер регионального или глобального масштаба. Под городскими мы понимаем такие водные объекты, все берега которых находятся на урбанизированной территории (по отношению к малым и средним рекам — соответствующие участки рек).

# 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО РЕТРОСПЕКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ

## 1.1. Факторы происхождения водного объекта (генетические)

Обстоятельства образования и развития водного объекта важны не только сами по себе; они в значительной мере определяют многие другие современные признаки водного объекта.

На урбанизированных территориях водный объект первоначально мог появиться в результате двух причин:

- действия естественных (природных) сил;
- деятельности человека.

Из природных водных объектов на территории города можно выделить:

- проточные водные объекты линейной протяженности — реки;
- проточные водные объекты с соизмеримыми длиной и шириной — речные озера;
- малопроточные и непроточные озера, образовавшиеся в результате меандрирования реки — старицы;
- непроточные озера ледникового происхождения;
- болота;
- родники и ключи.

Из искусственных водных объектов на территориях городов и рекреационных зон можно выделить:

- малопроточные пруды или каскады прудов, созданные запрудами (плотинами) с водопропускными сооружениями на реках (русловые);
- копаные пруды или каскады прудов, практически непроточные, созданные в результате целенаправленной деятельности (именно для создания этих прудов);
- непроточные пруды, созданные в результате побочной, нецеленаправленной деятельности (заполнившиеся водой впадины на месте заброшенных карьеров добычи, как правило, строительных материалов; земли для дорожных насыпей и т.п.);
- обводнительные, спрямляющие каналы и русла;
- пруды-отстойники, пруды доочистки стока, пруды-регуляторы поверхностного, дренажного стока и очищенных сточных вод.

## 1.2. Факторы особенностей истории развития водного объекта

На урбанизированных территориях существовавший или вновь появившийся водный объект мог подвергаться менее или более интенсивному антропогенному воздействию, в результате которого он сегодня предстает в том или ином состоянии.

В целом следует отметить, что на урбанизированных территориях условия жизни водного объекта принципиально отличаются от аналогичных

на естественных, ненарушенных антропогенной деятельностью территориях. Вкратце эти отличия сводятся к следующему.

**Реки** на естественных территориях, равнинных на большей части Российской Федерации, вследствие природных условий и особенностей течения открытых потоков в размываемых руслах меандрируют и имеют своеобразный русловой режим и режим твердого стока. На урбанизированных территориях реки на значительной части своей длины имеют неразрываемые набережные ограждения и лишены возможности меандрировать. Впрочем, на территориях с плотной городской застройкой вообще невозможно представить существование меандрирующей реки. В силу сказанного русловые процессы городской реки существенно отличаются от таковых у реки, протекающей по неосвоенной природной территории.

**Озера** на естественных территориях характеризуются жизненным циклом, имеющим периоды возникновения, развития, угасания и «смерти». В зависимости от размера озера и его географических особенностей эти периоды могут иметь разную продолжительность, но их последовательность неизменна, и на финальной стадии естественной сукцессии озеро превращается в болото и исчезает. На урбанизированных территориях озеро или пруд уже включены в архитектурный или рекреационный ландшафт, и невозможно себе представить, чтобы на месте всем привычного и обустроенного водного объекта вдруг оказалось сухое место. Эта особенность городского озера или пруда обуславливает необходимость его очистки и постоянного поддержания в удовлетворительном состоянии.

С учетом перечисленных особенностей реки и озера (пруды) в городе можно подразделить на следующие категории.

1. Реки, на всем своем протяжении сохранившие открытое (естественное или обустроенное) русло. Факт современного сокращения водности малых рек является предметом особого специального анализа, но малая или большая водность реки не является ретроспективным признаком классификации отдельно взятой реки — современное сокращение водности характерно практически для всех рек, в том числе протекающих и не на урбанизированных территориях.

2. Реки, частично забранные в коллекторы:

— реки, частично забранные в коллекторы, отдельные участки которых могут быть вскрыты и соответствующим участкам реки может быть возвращено открытое русло;

— реки, участки которых забраны в коллекторы, которые по каким-либо причинам принципиально не могут быть вскрыты, и эти участки навсегда потеряны для жителей города.

3. Реки, полностью забранные в коллекторы, отдельные участки которых:

— могут быть вскрыты;

— не могут быть вскрыты.

4. Пруды, являющиеся элементом существующего речного потока, т.е. проточные.

5. Пруды, полностью изолированные от речного потока и в этом отношении являющиеся непроточными. Такие пруды пополняются водой за счет пересекающих их грунтовых водоносных слоев или от напорных грунтовых вод, а также от талых вод с территории водосборного бассейна, часто ограниченного площадью зеркала пруда. Непроточные пруды:

- могут иметь подпитку из городского водопровода;
- не имеют такой подпитки.

6. Пойменные водоемы, являющиеся проточными только в период прохождения паводков (расположенные в старицах) или при пропуске расходов воды по обгонным коллекторам.

### **1.3. Общие закономерности эволюции малых городских водных объектов и выбор историко-экологического прототипа для проектов их восстановления**

Все водные объекты за время своего существования проходят несколько этапов, на протяжении которых их экологическое состояние и социально-экономическое значение принципиально различаются. Несмотря на то, что эти водоемы и водотоки имеют различное происхождение, в их историческом развитии (эволюции) существуют определенные закономерности, обусловленные общим характером изменения экологической и социальной обстановки в процессе урбанизации территории.

Необходимость создания схемы эволюции городских малых водных объектов обусловлена тем, что любые мероприятия по реабилитации, реконструкции или реставрации водного объекта предполагают его восстановление до какого-то состояния, отвечающего экологическим и социальным запросам городского населения. Однако решение вопроса о том, восстановление какого конкретно состояния является предпочтительным, зачастую представляет собой довольно сложную задачу, при решении которой могут возникнуть противоречия во взглядах на решение природоохранных, культурно-исторических, социально-экономических проблем. При обсуждении конкретных целей проекта, как правило, вырабатывается некое компромиссное решение. Обычно в качестве конечной цели предлагается восстановление лишь внешнего облика объекта, свойственного ему в определенный исторический период. При этом степень исторической достоверности этого облика может существенно различаться. В соответствии с определениями, данными выше, при разработке проекта реабилитации это могут быть лишь общие черты, свойственные городским водоемам определенной эпохи, которых на восстанавливаемом объекте в тот период могло и не быть. В случае проекта реконструкции — это восстановление отдельных деталей исторического облика, а проект реставрации подразумевает полное восстановление исторического облика. Однако следует особо подчеркнуть, что во всех перечисленных вариантах речь идет лишь о восстановлении внешнего облика, а не экосистемы водного объекта, существовавшей в ту историческую эпоху. Последнее в подавляющем большинстве случаев практически невозможно вследствие необратимой трансформации водо-

сборного бассейна. Вместе с тем обеспечение хорошего (или хотя бы приемлемого) экологического состояния восстанавливаемого объекта не менее важно, чем воссоздание исторического облика. Недоучет этого фактора приводит к возникновению сточных канав и накопителей нечистот с художественно оформленными берегами. В конечном счете, в результате ухудшения экологического состояния водного объекта происходит и утрата воссозданного исторического облика. Таким образом, при определении целей проекта решение вопросов исторического правдоподобия, социальной привлекательности, экологии и инженерного обустройства необходимо осуществлять комплексно.

Для обозначения предполагаемого состояния водного объекта, которое является целью его инженерно-экологического обустройства, предложен [52] термин «историко-экологический прототип», подразумевающий внешний вид водного объекта или его фрагмента, свойственный водоемам определенной эпохи, надлежащее экологическое состояние которого обеспечивается проведением специальных мероприятий. Таким образом, выбор историко-экологического прототипа, с одной стороны, заключается в выборе желаемого исторического облика, а с другой — в разработке инженерно-экологического обустройства данного объекта, позволяющего сохранить этот облик в современных условиях.

Приведенная на рис. 1.1 схема эволюции городских малых водных объектов отражает лишь наиболее типичные пути их развития, когда процесс урбанизации идет поэтапно и происходит в течение длительного исторического периода. В других случаях, когда строительство современного города осуществляется на ранее неосвоенной территории, природные водные объекты сразу оказываются в зоне урбанизации. В связи с этим в их историческом развитии отсутствует период хозяйственно-бытового водопользования.

Несмотря на все разнообразие городских водных объектов, по происхождению и первоначальному предназначению их можно разделить на четыре основных типа (рис. 1.1):

- природные водоемы и водотоки;
- искусственные водоемы хозяйственно-бытового назначения;
- водные объекты рекреационного назначения;
- техногенные водные объекты.

Каждый из этих типов появляется на определенном этапе исторического развития города. Дальнейшая эволюция водных объектов, относящихся к одному типу, также носит, как правило, сходный характер. В значительной мере это и определяет область выбора историко-экологического прототипа при разработке проектов восстановления.

**Учебное пособие**

Валерий Валентинович Волшаник  
Анна Александровна Суздалева

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Редактор: *Г.М. Мубаракишина*  
Компьютерная верстка: *Я.П. Яшина*  
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98  
Подписано к печати 28.10.2008. Формат 60х90/16.  
Бумага офс. Гарнитура таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 7. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 706 (отдел реализации – оф. 511)  
тел., факс: (495) 183-56-83  
e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru)  
<http://www.iasv.ru>